

김밥제조단계에서의 김밥 주원료에 대한 위해미생물의 오염도 평가

박신영 · 최진원 · 연지혜 · 이민정 · 오덕환¹ · 홍종해² · 박경진³ · 우건조⁴ · 박종석⁴ · 하상도*

중앙대학교 식품공학과, ¹강원대학교 바이오산업공학부,
²강원대학교 수의학과, ³한국보건산업진흥원, ⁴식품의약품안전청

Assessment of Contamination Level of Foodborne Pathogens in the Main Ingredients of *Kimbab* during the Preparing Process

Shin Young Park, Jin-Won Choi, Jihye Yeon, Min Jeong Lee, Deog-Hwan Oh¹,
Chong-Hae Hong², Gyung-Jin Bahk³, Gun-Jo Woo⁴, Jong-Seok Park⁴, and Sang-Do Ha*

Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University
¹School of Biotechnology and Bioengineering, Kangwon National University
²Department of Veterinary Medicine, Kangwon National University
³Korea Health Industry Development Institute
⁴Korea Food and Drug Administration

Contamination levels of total aerobic bacteria, coliforms, *Esherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, and *Listeria monocytogenes* of *Kimbab* and its main ingredients sampled from general and specialized restaurants were compared. Total aerobic bacteria and coliform counts of *Kimbab* samples from both restaurant types were not significantly different ($p > 0.05$), showing approximately 4 to 6 \log_{10} CFU/g. *E. coli* counts were significantly higher in *kimbab* from general restaurants (65%: 0.7-2.6 \log_{10} CFU/g) than those from specialized ones (8.33%: 0.70 \log_{10} CFU/g), whereas those of *S. aureus* and *B. cereus* were not significantly different ($p > 0.05$). *L. monocytogenes* was not detected in all *Kimbab* samples. These results indicate hygiene of *Kimbab* and its main ingredients are deleterious. Contamination levels of pathogens determined in the present study may be used as primary data for microbial risk assessment.

Key words: *kimbab*, *Esherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*

서 론

국민 생활수준이 향상되고 사회구조가 다양하게 변화함에 따라 우리의 식생활양식도 변화하여 간편성을 추구하게 되면서 편의식품과 ready-to-eat food(RTE) 등이 인기를 끌고 있다(1). 이러한 추세에 따라서 유통구조가 단순화, 전문화됨에 따라 체인점을 가지고 있는 식품전문판매업체의 수가 날로 증가하고 있으며 체인점을 중심으로 그 판로가 확대되고 있다. 그 중 대표적인 즉석조리식품(ready-to-eat-cooked food)인 김밥은 영양을 고루 갖춘 도시락 또는 간식으로써 일상에서 쉽게 구입하여 섭취하는 것이 일반화되어 있기 때문에 그 공급과 수요가 증가되고 있다. 이러한 김밥의 편리함과 우수한 영양에도 불구하고, 김밥은 제조과정 중 다양한 원료를 사용하며 손이 많이 닿는다는 복합조리의 특징 때문에 교차오염의 가능성을 높여 미생물의 오

염을 증가시킬 수 있으며(2), 또한 수분활성이 높아 미생물 증식이 용이하므로 보존이 어려우며, 식품위생상 식인성 병해를 일으키기 쉽다는 문제점이 있다. 뿐만 아니라, 유통기간 중 김밥을 포함한 도시락류의 권장유통 유효기간인 7시간 이내가 잘 지켜지지 않음으로 인한 품질 저하나 식중독발생 빈도를 높일 수 있다는 점이 한국소비자보호원에 의해 지적되었다(3). 이러한 김밥과 관련된 위생적 기준으로 1993년 식품공전에서 김밥에 대해서 일반세균수는 10^6 CFU/g 이하, 그리고 대장균군은 음성으로 규제되었으나(4), 1994년부터는 일반세균수의 기준은 삭제되었으나 대장균, 황색포도상구균, 살모넬라균 및 장염비브리오균은 검출되어서는 안 되는 것으로 규정이 강화되었다(5). 이러한 김밥에 대한 미생물의 법적 규제에도 불구하고, 우리나라의 최근 5년간 식중독발생 통계에 따르면 전체 식중독 발생요인 중 김밥이 포함된 복합조리식품에 의한 식중독 발생수는 1999년에 6.9%, 2000년에 13.5%, 2001년에 14%, 2002년에 19.2%, 2003년에 26.7%로 해마다 꾸준히 증가하고 있다(6). 따라서, 이와 관련한 김밥의 총균수와 대장균군을 분석한 연구와(7) 김밥의 *Salmonella* spp., *Bacillus cereus* 및 *Staphylococcus aureus* 등을 정성적으로 분석한 연구(8)가 있으나 김밥과 그 원료에 대한 식품위해세균인 *S. aureus*, *B. cereus* 및 *Listeria*

*Corresponding author: Sang-Do Ha, Department of Food Science and Technology, Chung-Ang University, 72-1 Nae-ri, Daeduk-myun, Ansong, Gyunggido 456-756, Korea
Tel: 82-31-670-4831
Fax: 82-31-675-4853
E-mail: sangdoha@post.cau.ac.kr

*monocytogenes*의 정량적 분석에 관련된 연구는 현재까지는 없다(9). 한편, 외국에서는 식품위해세균의 정량적 분석에 대한 기준이 제시됨에 따라(10) 이들 균의 식품 중 오염도의 정량적 분석을 실시하고 있으나, 국내에서는 아직까지 정량규격이 설정되어 있지 않아 오염도 분석을 정성분석 위주로 진행되고 있어 식품에서의 위해미생물 오염정도에 따른 역학조사 자료가 부족하여(11) 미생물위해평가(microbial risk assessment)가 수행되지 못하고 있다.

따라서 본 연구는 국내식중독 발생 주요 원인식품인 도시락류 중 일반적인 김밥과 그 원료를 일반음식점과 김밥전문음식점에서 샘플링하여 김밥에서 식중독을 일으킬 가능성이 있는 대표적 위해미생물인 *S. aureus*, *B. cereus*, *L. monocytogenes*, 충호기성균, 대장균군 및 *E. coli*의 정성 및 정량적 오염도를 분석, 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 식품은 2004년 6월에서 8월 사이에 경기도 남부지역인 안성, 평택, 수원시의 10개 일반음식점(비전문 체인점)과 6개 김밥전문음식점(전문 체인점)에서 일반적인 김밥과 그 원료를 점심시간대인 12-13시 사이에 구입하였으며 각각의 시료를 ice box에 담아 1시간 이내에 실험실로 운반하여 충호기성균, 대장균군, *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* 및 *L. monocytogenes*의 오염수준을 정성적 방법과 정량적 방법으로 분석하였다.

일반김밥과 원료의 미생물 정량분석을 위한 시료준비

김밥 한 덩어리 20g과 80 mL의 멸균된 인산완충용액을 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher(Elmex SH-II M, Tokyo, Japan)를 이용하여 1분간 균질화한 다음 멸균된 인산완충용액을 이용하여 10배씩 연속 희석하였다. 김밥의 각각의 원료들은 원료 5g과 20 mL의 멸균된 인산완충용액을 위와 동일한 방법으로 희석하였다(단, 김은 예외: 김 1g에 49 mL 인산완충용액). 멸균된 인산완충용액을 조제하기 위해 8.0g의 NaCl, 0.2g의 KCl, 1.15g의 $Na_2HPO_4 \cdot 7H_2O$, 0.2g의 KH_2PO_4 를 1,000 mL의 증류수에 녹여 1N NaOH를 첨가한 뒤 pH를 7.2로 조정하여 autoclaving한 후 사용하였다.

충호기성균과 대장균군 오염수준의 정량적 분석

충호기성균(total aerobic bacteria)과 대장균군(coliforms)의 정량적 분석을 위해서 위에서 준비한 시료 0.5 mL을 멸균된 인산완충용액 4.5 mL에 분주하여 10^{-1} 에서 10^{-6} 까지 단계 희석하고 희석액 1 mL가 담긴 petri-dish위에 각각 15-20 mL의 tryptic soy agar(TSA, Difco, USA) 배지와 violet red bile agar (VRBA, Difco, USA)배지를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 24-48시간 배양하였다. 배양 후 standard plates count(SPC)에 의해 각각의 배지 위에 형성된 colony를 계수하여 colony-forming unit (CFU)g로 나타내었다.

대장균(*Escherichia coli*) 오염수준의 정량적 분석

*E. coli*는 3M 주식회사의 Petrifilm™ *E. coli* count (PEC)를 사용하여 위에서 준비한 시료 1 mL를 Petrifilm위에 분주하여 37°C에서 24-48시간 배양하였다. 배양 후 기포를 가진 blue colony만을 *E. coli* 양성으로 간주하고 SPC에 의하여 CFU/g로 나타내었다.

*Staphylococcus aureus*의 동정 및 오염수준의 정성적/정량적 분석

정성분석: *S. aureus*의 정성적 분석은 식품공전(12)의 방법에 의해 실시되었다. 김체 25g을 무균적으로 취하여 10% NaCl이 첨가된 tryptic soy broth(TSB, Difco, USA) 225 mL에 넣고 멸균된 stomacher bag에 넣어 stomacher(Elmex SH-II M, Tokyo, Japan)를 이용하여 1분간 균질화한 뒤 37°C에서 24시간 증균하여 내염성을 가지는 *S. aureus*를 증균하였다. 증균배양액 1 mL가 분주된 petri-dish 위에 50°C의 egg yolk가 첨가된 mannitol salt agar(MSA, Difco, USA) 15-20 mL를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 36-48시간 배양하였다. 배양 후 노란색 colony를 Maduux와 Koehen의 방법에 따라 API Kit(API Staph, Bio-merieux, France)를 실시하였으며 또한 *S. aureus*가 가지는 femA, nucA gene 그리고 *S. aureus*에 선택적인 SA442 gene을 이용한 polymerase chain reaction(PCR, Programmable Thermal Controller, MJ research Inc., USA)법을 사용하여 *S. aureus*를 최종 확인하였다(13).

정량분석: 정성분석에서 양성으로 최종 확인된 샘플의 시료 0.5 mL를 멸균된 인산완충용액 4.5 mL에 분주하여 10^{-1} 에서 10^{-4} 까지 단계 희석하고 희석액 1 mL가 담긴 petri-dish위에 각각 15-20 mL의 egg yolk가 첨가된 mannitol salt agar(MSA, Difco, USA)배지를 부어 잘 섞은 후 37°C에서 36-48시간 배양하고 colony를 계수하여 CFU/g로 나타내었다. 최종확인법은 정성분석에서와 같이 API Kit와 PCR을 이용하였다.

*Bacillus cereus*의 동정 및 오염수준의 정성적/정량적 분석

*Bacillus cereus*의 검출을 위한 증균배양의 단계는 없으며 이 균의 분리배양은 식품공전법(12)에 따라 실시하였다. 위에서 준비한 시료 0.5 mL을 멸균된 인산완충용액 4.5 mL에 분주하여 10^{-1} 에서 10^{-3} 까지 단계 희석하고 희석액 1 mL가 담긴 Petri-dish 위에 각각 15-20 mL의 egg yolk(Difco, USA) 25g/500 mL와 *Bacillus cereus* Selective Supplement 1 vial(Difco, USA)이 들어있는 *Bacillus cereus* agar base(Oxoid, England) 배지를 넣어 잘 섞은 후 37°C에서 36-48시간 배양하였다. 배양 후 여러 colony를 구분하여 계수하였고 개별 colony를 선택하여 API Kit 사용에 의해 *B. cereus*로 최종 확인하였고, CFU/g로 나타내었다.

*Listeria monocytogenes*의 동정 및 오염수준의 정성적 분석

*Listeria monocytogenes*의 검출은 USDA(14)의 정성적 방법에 의해 분석하였다. 김체 25g을 취하여 225 mL의 UVM(University of Vermont Medium)-Modified Listeria 증균배지(Difco, USA)를 가한 후 2분간 균질화시킨 뒤 30°C에서 24시간 배양하였다. 1차 증균 배양액 1 mL를 취하여 Fraser Listeria 배지(Difco, USA) 9 mL에 접종하여 35°C에서 24-48시간 동안 2차 증균배양을 실시하였다. 증균 배양액 중 양성반응을 보인 배양액 1 mL를 modified oxford agar에 접종하여 균질하게 spreading한 후 30°C에서 24-48시간 배양하였다. 의심 집락이 확인되면 이를 0.6% yeast extract가 포함된 tryptic soy agar(TSA, Difco, USA)배지에 접종하여 35°C에서 24-48시간 배양하였다. 배양 후 여러 colony를 구분하여 계수하였고 개별 colony를 선택하여 API Kit 사용에 의해 *L. monocytogenes*로 최종 확인하였다.

통계적 분석

미생물 군수는 \log_{10} CFU/g으로 나타내었으며, SAS 통계처리 프로그램, version 8.01(15)에 있는 General Linear Models (GLM) procedure의 Pdiff(P-value Differentiation) option에 의해 수행된 least square mean separation 방법과 *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* 및 *L. monocytogenes*의 정성적 분석을 위한 통계는 Chi-square방법(16)에 의해 분석되었다. 모든 통계처리의 유의성은 $p < 0.05$ 범위에서 실시되었다.

결과 및 고찰

김밥제조단계에서의 김밥과 주원료에 대한 총호기성균과 대장균군 분석

일반적인 김밥은 주로 일반음식점과 김밥전문음식점에서 즉석에서 제조하여 판매되기에 본 연구는 두 음식점을 중심으로

제조단계에 있는 김밥과 그 원료들을 샘플로 하였으며 예비실험결과 김밥에 대한 아침, 점심, 저녁때의 미생물 오염도의 통계적인 유의차가 없었기($p > 0.05$) 때문에(data not shown) 그 수요가 많을 것으로 기대대는 점심시간 때인 12-13시까지를 시료채취 시간으로 선정하였다.

김밥에 대해서 일반세균수는 10^6 만 CFU/g 이하, 그리고 대장균군은 음성으로 김밥의 위생적인 규제기준을(4) 토대로 본 연구에서 일반음식점과 김밥전문음식점의 김밥과 그 원료에 오염되어 있는 총호기성균과 대장균군의 오염도를 분석, 비교하여 Table 1에 나타내었다. 일반음식점과 김밥전문음식점에서 판매중인 김밥의 총호기성균의 오염도 분석결과 김, 단무지, 햄에서만 차이를 보였을 뿐 전반적으로 통계적인 유의차는 없었다($p > 0.05$). 김밥은 전반적으로 5-6 \log_{10} CFU/g 수준이었으며, 그 범위는 3.28-8.35 \log_{10} CFU/g이며, 쌀은 3.85-6.21 \log_{10} CFU/g, 김은 5.33-8.43 \log_{10} CFU/g, 단무지는 0.70-4.75 \log_{10} CFU/g, 햄은

Table 1. Total aerobic bacteria and coliforms in Kimbab and its main ingredients at the preparation phase

		Total aerobic bacteria (\log_{10} CFU/g)		Coliforms (\log_{10} CFU/g)	
		GR ¹⁾	SR ²⁾	GR	SR
Kimbab	Mean	6.11 ± 0.23	5.55 ± 0.46	4.17 ± 0.22	4.55 ± 0.22
	Min.	4.12	3.28	2.90	3.28
	Max.	7.76	8.35	5.96	6.21
Rice	Mean	5.28 ± 0.23	5.20 ± 0.38	2.32 ± 0.482	0.96 ± 0.26
	Min.	4.04	3.85	0.70	0.70
	Max.	6.21	5.96	4.54	2.00
Dried laver	Mean	7.79 ± 0.16 ^a	6.23 ± 0.37 ^b	3.18 ± 0.42	2.06 ± 0.36
	Min.	7.26	5.33	1.70	1.70
	Max.	8.43	7.14	5.30	3.47
Pickled radish	Mean	3.62 ± 0.28 ^a	2.16 ± 0.61 ^b	ND ³⁾	ND
	Min.	2.00	0.70		
	Max.	4.75	3.51		
Ham	Mean	4.61 ± 0.22 ^b	5.60 ± 0.21 ^a	3.22 ± 0.33	3.05 ± 0.62
	Min.	3.70	5.19	0.70	0.70
	Max.	5.49	6.19	4.06	4.01
Egg	Mean	5.26 ± 0.31	4.63 ± 0.66	3.89 ± 0.18 ^a	2.88 ± 0.46 ^b
	Min.	3.24	4.00	3.30	2.00
	Max.	6.09	7.63	5.00	4.11
Cucumber	Mean	5.82 ± 0.38	5.98 ± 0.58	4.81 ± 0.38	4.11 ± 1.00
	Min.	4.32	4.47	2.99	0.70
	Max.	7.40	7.50	5.83	5.89
Burdock	Mean	4.35 ± 0.33	4.54 ± 0.33	1.16 ± 0.461	2.50 ± 0.50
	Min.	3.48	4.21	0.70	2.00
	Max.	5.00	4.87	2.53	3.00
Carrot	Mean	5.56 ± 0.20	5.44 ± 0.59	3.23 ± 0.52	3.82 ± 0.54
	Min.	4.91	4.12	0.70	2.00
	Max.	6.54	7.57	5.00	5.36
Imitation crab	Mean	5.56 ± 0.34	5.33 ± 0.57	2.67 ± 0.42	2.49 ± 0.90
	Min.	4.69	4.24	0.70	0.70
	Max.	6.87	6.17	3.70	3.56

¹⁾GR=general restaurants (Kimbab-nonchain restaurants).

²⁾SR=special restaurants (Kimbab-chain restaurants).

³⁾ND=not detected (<5 CFU/g for total aerobic bacteria or coliforms) in Kimbab or all ingredients except for dried laver.

^{a-b}means within a row with no common superscripts differ significantly ($p < 0.05$).

N=20 from general restaurants, or N=12 from special restaurants.

Table 2. *Escherichia coli* in Kimbab and its main ingredients at the preparation phase

		GR ¹⁾	SR ²⁾
Kimbab	Positive no./total	13/20 (65%)	1/12 (8.33%)*
	Range (log ₁₀ CFU/g)	0.70-2.60	0.70
Rice	Positive no./total	3/10 (30%)	0/5 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.18-2.15	
Dried laver	Positive no./total	4/10 (40%)	0/5 (0%)*
	Range (log ₁₀ CFU/g)	3.58-3.93	
Pickled radish	Positive no./total	0/10 (0%)	0/5 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)		
Ham	Positive no./total	4/10 (40%)	0/5 (0%)*
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.00-1.70	
Egg	Positive no./total	6/10 (60%)	0/5 (0%)*
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.18-2.69	
Cucumber	Positive no./total	4/8 (50%)	0/5 (0%)*
	Range (log ₁₀ CFU/g)	0.70-2.18	
Burdock	Positive no./total	1/8 (12.5%)	0/4 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	0.70	
Carrot	Positive no./total	8/9 (88.9%)	1/4 (25%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	0.70-3.353	1.72
Imitation crab	Positive no./total	3/6 (50%)	0/3 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.40-1.74	

¹⁾GR=general restaurants (Kimbab-nonchain restaurants).

²⁾SR=special restaurants (Kimbab-chain restaurants).

**p*<0.05 between GR and SR by Chi-square analysis.

3.7-6.19 log₁₀CFU/g, 계란은 3.24-7.63 log₁₀CFU/g, 오이는 4.32-7.40 log₁₀CFU/g, 우영은 3.48-5.00 log₁₀CFU/g, 당근은 4.12-7.57 log₁₀CFU/g, 게맛살은 4.24-6.87 log₁₀CFU/g 수준이었다.

일반음식점 김밥의 총호기성균수는 Kang 등(7)의 김밥의 총호기성균수 3.39×10⁶ CFU/g와 유사한 오염수준을 보였으며 또한 본 연구의 일반음식점과 김밥전문음식점 김밥의 총호기성균수는 Lee와 Ryu(17)의 급식시설에서 여름철에 만들어지는 김밥의 오염기준인 총호기성균수 10⁶ CFU/g와 유사함을 확인할 수 있었다. 그리고, 일반음식점 김밥과 김밥전문음식점 김밥의 총호기성균의 최고오염수준인 7.76 log₁₀CFU/g과 8.35 log₁₀CFU/g는 부패단계에 진입하여 잠재적으로 식품으로서의 가치가 없는 수준임을 알 수 있다. 또한 총균수가 10⁷-10⁸ CFU/g이 식품에 존재할 경우에는 이것이 원인이 되어 다른 식품과의 복합적인 작용 또는 면역기능이 약한 사람에게는 병원성이 없는 세균이라 할지라도 식중독을 일으킬 가능성이 큰 것으로 예상되어질 수 있다(18).

일반음식점과 김밥전문음식점에서 판매중인 김밥의 대장균군의 오염도 분석결과 계란에서만 차이를 보였을 뿐 전반적으로 통계적인 유의차는 없었다(*p*>0.05). 김밥은 전반적으로 4 log₁₀CFU/g 수준이었으며, 그 범위는 2.90-6.21 log₁₀CFU/g이며, 쌀은 0.70-4.54 log₁₀CFU/g, 김은 1.70-5.30 log₁₀CFU/g, 햄은 0.70-4.06 log₁₀CFU/g, 계란은 2.00-5.00 log₁₀CFU/g, 오이는 0.70-5.89 log₁₀CFU/g, 우영은 0.7-2.53 log₁₀CFU/g, 당근은 0.70-5.36 log₁₀CFU/g, 게맛살은 0.70-3.70 log₁₀CFU/g 수준이었다.

일반음식점 김밥의 대장균군은 Kang 등(7)의 김밥의 대장균군수 1.90×10⁵ CFU/g보다 다소 적게 검출되었는데 Kang 등(7)의 연구에서는 김밥의 제조단계에 있는 김밥을 샘플링한 것

이 아니고 식당과 일반가게에 배달된 지 약 1시간이 경과된 김밥을 구입하여 대장균군의 오염도를 분석하였기에 유통단계에서의 오염이 추가됨으로써 본 연구의 결과보다 높게 나타난 것으로 판단된다. 또한 일반음식점과 김밥전문음식점 김밥의 대장균군수는 Lee와 Ryu(17)의 급식시설에서 여름철에 만들어지는 김밥의 오염기준인 총호기성균수 10⁶ CFU/g와 유사함을 확인할 수 있었다. 계란의 오염도는 총호기성균과 마찬가지로 대장균군의 오염도도 높은 수준인 것을 확인할 수 있는데 김밥에 사용되는 계란의 형태가 가열 후 지단의 형태로 이용되므로 가열 시 미생물의 오염도가 낮아졌다 할지라도 가열 후 김밥 제조 시에 칼이나 도마로의 교차오염의 가능성이 높다고 판단된다(2). 단무지는 상대적으로 다른 김밥재료보다 적어도 1 log₁₀CFU/g 이상의 낮은 총호기성균의 오염도와 일반음식점과 김밥전문음식점 모두에서 대장균군(Table 1) 및 *E. coli*(Table 2), *B. cereus*(Table 3)와 *S. aureus*(Table 4)가 전혀 검출이 되지 않았다. 이는 단무지 제조과정 시 조미액에서 절임을 하거나 열처리를 거쳐 상품화되어 미생물의 증식을 막아 미생물오염의 위험성을 낮출 수 있기 때문으로 판단된다(19). 본 연구에서의 일반음식점의 단무지를 제외한 모든 원료와 김밥에서 검출된 대장균군은 장내세균과에 속하며 병원성이 있는 *Salmonella*와 *Shigella*와 같은 균의 존재 가능성을 타진할 수 있기에 잠재적 위험성이 있다고 판단된다.

김밥과 원료 중 대장균 오염도의 정성 및 정량적 분석

대장균은 미생물 검출 시 식품위생상의 분변오염의 지표세균으로 식품에서 절대 검출되어서는 안된다. Table 2에 따르면 일반음식점 김밥은 65% 검출빈도와 0.7-2.60 log₁₀CFU/g수준의

Table 3. *Staphylococcus aureus* in Kimbab and its main ingredients at the preparation phase

		GR ¹⁾	SR ²⁾
Kimbab	Positive no./total	9/20 (45%)	11/12 (91.7%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	2.61-3.50	1.48-5.29
Rice	Positive no./total	3/10 (30%)	1/5 (20%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.70-1.74	3.77
Dried laver	Positive no./total	4/10 (40%)	3/5 (60%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	3.16-4.06	1.95-3.65
Pickled radish	Positive no./total	0/10 (0%)	0/5 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)		
Ham	Positive no./total	4/10 (40%)	4/5 (80%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.65-2.96	2.53-4.40
Egg	Positive no./total	6/10 (60%)	4/5 (80%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	2.54-4.40	1.54-4.15
Cucumber	Positive no./total	6/8 (75%)	5/5 (100%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	2.62-4.78	1.60-5.88
Burdock	Positive no./total	3/8 (37.5%)	4/4 (100%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.30-2.19	1.70-3.13
Carrot	Positive no./total	3/9 (33.3%)	2/4 (50%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.48-2.23	1.70-3.13
Imitation crab	Positive no./total	4/6 (66.7%)	3/3 (100%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	2.38-3.11	0.21-3.34

¹⁾GR=general restaurants (Kimbab-nonchain restaurants).

²⁾SR=special restaurants (Kimbab-chain restaurants).

E. coli 오염을 보여 8.33% 검출빈도와 0.70 log₁₀CFU/g 수준의 오염을 보인 김밥전문음식점보다 대장균오염도가 유의적으로 매우 높은 것($p < 0.05$)으로 나타났으며, 주로 일반음식점의 김, 햄, 계란, 오이의 *E. coli*의 오염 수준차가 김밥의 오염도에 영향을 미친 것으로 판단된다. 김밥전문음식점에서는 당근만 1.72 log₁₀CFU/g 수준에서 25% 빈도로 *E. coli*가 검출되었으나 일반매장에서 단무지를 제외하고는 모든 김밥과 원료에서 *E. coli*가 검출되었다. 본 김밥 중 *E. coli* 오염도 분석을 통해서 일반음식점의 전반적인 위생환경과 관련 종사자의 개인 위생관리 수준은 김밥전문음식점보다 현저히 낮음을 짐작할 수 있으며, 특히 일반음식점의 김밥과 각각의 원료들은 김밥 조리자의 손을 통해 분변에 간접적으로 노출되었을 것으로 판단된다.

김밥과 원료 중 *S. aureus* 오염도의 정성 및 정량적 분석

*Staphylococcus aureus*는 식품 중에 증식하여 생산한 장독소에 의해 발생하는 독소형식중독의 원인균으로서 환경에 대한 저항성이 강하여 자연계에 널리 분포하고 있으며 식품으로의 오염경로도 매우 다양하다. 그리고 기온이 높은 5-9월 사이에 집중 발생할 수 있으며 화농창의 피부 질병에 걸린 사람의 식품조리가 문제시 되고 있기에 식품위생상 중요하게 관리되어야 하며(10,20), 특히 김밥을 포함한 도시락류에서 음성이어야 한다(5).

Table 3의 결과에 따르면 김밥을 판매하는 김밥전문음식점과 일반음식점 모두에서 김밥 중 *S. aureus*가 검출되었으며, 단무지를 제외한 모든 원료, 즉 쌀, 김, 햄, 오이, 우엉, 당근, 게맛살에서 0.21-5.88 log₁₀CFU/g수준에서 검출되었다. 본 연구에서 분리한 김밥중의 *S. aureus*의 검출률은 45-92%로 Kang 등(11)의 김밥 중 34.1%의 검출률보다 높게 나타났다. 본 연구에서 검

출된 *S. aureus*의 최고 오염수준은 Wall과 Scatt(21)의 보고에 의하면 5.88 log₁₀CFU/g으로 enterotoxin이 생성될 수 있는 1.2×10^6 CFU/g이상의 수준은 아니었으나, 섭취 전 상온에서 일정기간 보관된다면 독소가 생성될 가능성도 충분히 있다. 또한 햄과 맛살은 살균처리를 거친 시판 가공품이므로 *S. aureus*가 검출되지 않아야 하므로 김밥의 원료로 사용된 3가지 회사의 시판 햄과 맛살의 오염도를 분석한 결과, 예상대로 *S. aureus*가 전혀 검출되지 않았다(data not shown). 따라서 김밥원료로 사용되는 햄과 맛살은 개봉 후 양념처리와 많은 손이 닿기 때문에 교차오염이 원인이 되어 *S. aureus*가 검출되었을 것으로 판단된다.

김밥과 원료 중 *B. cereus* 오염도의 정성 및 정량적 분석

*B. cereus*는 토양, 물, 대기 중에 널리 퍼져있어 식품의 원료에 자연 오염되어 식품의 부패를 일으키거나 사람에게 질병을 일으키는 식중독세균이다. 또한, 이 균은 포자를 형성하여 여러 화학물질과 건조 그리고 열에 대하여 저항력을 가지고 있으며, 오염된 *B. cereus*는 enterotoxin을 생산하여 독소형 식중독을 유발한다(22).

Table 4에 따르면 일반음식점과 김밥전문음식점에서 구입한 김밥의 *B. cereus*의 검출은 17-20% 빈도에 0.7-3.4 log₁₀CFU/g 수준으로 통계적 유의차가 없었으나($p > 0.05$) 이 오염수준은 Andersson 등(23)의 결과에 따라 식중독을 일으킬 수 있는 10^3 - 10^4 cfu/g에 이르는 시료도 있어 위험한 수준이라 볼 수 있다. 그러나, *B. cereus*의 식중독 발병균량은 United States Department of Agriculture(USDA)의 Food Safety and Inspection Service(FSIS)(24)에 의하면 식품에 10^5 CFU/g 이상 존재할 때, U.S. FDA(Food & Drug Administration)(25)에서는 식품에 10^6

Table 4. *Bacillus cereus* of Kimbab and its main ingredients at the preparation phase

		GR ¹⁾	SR ²⁾
Kimbab	Positive no./total	4/20 (20%)	2/12 (16.67%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	0.70-3.18	1.00-3.40
Rice	Positive no./total	0/10 (0%)	0/5 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)		
Dried laver	Positive no./total	0/10 (0%)	0/5 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)		
Pickled radish	Positive no./total	0/10 (0%)	0/5 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)		
Ham	Positive no./total	1/10 (10%)	1/5 (20%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.40	1.70
Egg	Positive no./total	1/10 (10%)	2/5 (40%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	2.48	0.70-2.00
Cucumber	Positive no./total	1/8 (12.5%)	1/5 (20%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	0.70	2.00
Burdock	Positive no./total	1/8 (12.5%)	1/4 (25%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	1.30	1.70
Carrot	Positive no./total	2/9 (22.2%)	2/4 (50%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)	0.70-1.30	1.18-2.70
Imitation crab	Positive no./total	0/6 (0%)	0/3 (0%)
	Range (log ₁₀ CFU/g)		

¹⁾GR=general restaurants (Kimbab-nonchain restaurants).

²⁾SR=special restaurants (Kimbab-chain restaurants).

CFU/g 이상 존재할 때 식중독 발생이 가능한 것으로 보고되고 있다.

*B. cereus*는 쌀, 김, 단무지, 계맛살에서는 전혀 검출되지 않았으나, 햄, 계란, 오이, 우엉에서 10-20%, 당근에서 가장 높은 20-50% 수준으로 검출되었다. 밥에서는 *B. cereus*가 검출되지 않았으나 밥은 고온에서 가열되고 전분이 주성분이며 수분활성도가 높아 2차 오염된 미생물의 증식이 용이하여 밥에는 내열성포자를 형성하는 *B. cereus*에 의한 잠재적 위험이 있다(26). 김밥전문음식점의 당근 중 *B. cereus*의 최고오염수준인 2.70 log₁₀CFU/g는 식중독을 유발할 직접적인 수치에는 이르지 못하지만 이 원료 역시 무시할 수 없는 잠재적 위험인자라고 할 수 있을 것이다.

김밥과 원료 중 *L. monocytogenes* 오염도의 정성적 분석

냉장온도에서 김밥과 원료의 보관이 있을 수 있으므로 저온성균이면서 다양한 경로의 오염의 원인인 *L. monocytogenes*에 대한 정성적 분석을 실시한 결과, 일반음식점과 김밥전문음식점의 김밥과 모든 원료에서 *L. monocytogenes*는 전혀 검출이 되지는 않았으나 *L. innocua*, *L. murrayi* 또는 *L. grayi*가 김밥전문음식점의 김밥에서 일부 확인되었다(data not shown).

이상의 결과를 종합해 볼 때 경기도 남부지역의 일반음식점과 김밥전문음식점에서 제조되는 김밥 또는 사용 원료들은 *S. aureus*, *B. cereus* 등 식중독균을 포함하여 총호기성균, 대장균군 및 대장균의 검출과 오염수준을 통해 김밥에 대한 각 미생물의 법적 기준을 만족시키지 못하였으므로 경기도 남부지역에서 제조된 김밥의 위생수준은 상당히 불량한 것으로 판단된다. 아울러 본 연구에서 밝혀진 식중독세균의 정량적 오염도

분석결과는 식중독균의 규격에 대한 정량적 관리에 도움을 줄 수 있을 것이며, 또한 본 연구의 오염수준자료는 김밥의 미생물위해평가(MRA)의 기초자료로 활용될 수 있다.

요 약

본 연구는 경기남부지역의 일반음식점과 김밥전문음식점으로 나누어 제조단계에 있는 김밥과 김밥의 원료를 대상으로 하여 총호기성균 오염도 분석결과, 김, 단무지, 햄에서만 차이를 보였을 뿐 전반적으로 5-6 log₁₀CFU/g 수준으로 통계적인 유의차는 없었다(*p* > 0.05). 대장균군(coliforms)의 경우도 계란에서만 차이를 보였을 뿐 일반음식점과 김밥전문음식점의 오염수준은 4 log₁₀CFU/g 수준으로 유의차가 없었다(*p* > 0.05). *E. coli*는 일반음식점에서 65% 검출빈도에 0.7-2.6 log₁₀CFU/g수준의 오염을 보여 8.33% 검출빈도에 0.70 log₁₀CFU/g수준의 오염을 보인 김밥전문음식점 보다 유의적으로 높은 검출율을 보였다. *S. aureus*는 단무지를 제외한 모든 원료, 즉 밥, 김, 햄, 계란, 오이, 우엉, 당근, 계맛살에서 0.21-5.88 log₁₀CFU/g수준에서 20-100% 빈도로 검출되었으며 일반음식점과 김밥전문음식점간의 유의차는 없었다(*p* > 0.05). *B. cereus*는 김밥 중 17-20% 빈도에 0.7-3.4 log₁₀CFU/g수준의 오염을 보였으며, 일반음식점과 김밥전문음식점간의 유의차는 없었다(*p* > 0.05). *L. monocytogenes*는 모든 김밥과 원료에서 전혀 검출되지 않았다. 전반적으로 경기도 남부지역에서 제조된 김밥과 그 원료에 대한 위생수준은 상당히 불량한 것으로 판단되어지며, 본 연구에서 밝혀진 식중독균의 정량적 분석자료는 미생물위해평가(MRA)의 기초자료로 활용될 수 있다.

감사의 글

본 연구는 대한민국 식품의약품안전청의 2004년 용역연구사업에 의하여 이루어진 연구결과이며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Choi SK, Lee MS, Lee KH, Lim DS, Lee KH, Choi KH, Kim CH. Changes in quality of hamburger and sandwich during storage under simulated temperature and time. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 18: 27-34 (1998)
2. Kim DH, Song HP, Kim JK, Kim JO, Lee HJ, Byun MW. 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 (2003)
3. Korea Federation of Housewives Clubs. Total aerobic bacteria and *Escherichia coli* crowded in *Kimbab*. *Comsumer* 10: 11-13 (1993)
4. KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (1993)
5. KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2003)
6. KFDA. Korea Food and Drug Administration. <http://www.kfda.co.kr>. Accessed Oct.25, 2004
7. Kang KH, Choi SK, Ko AK, Kim HL, Kim KM, Park SI. Prediction of the cause of bacterial contamination in *Kimbab* and its ingredients. *J. Fd. Hyg. Safety.* 10: 175-180 (1995)
8. Park JH, Park DW, Kim JS. Microbiological risk management of manufactory process for ready-to-eat compound foods. *Food Sci. Ind.* 36: 4-17 (2003)
9. Kim JG. Microbiological quality assessment of *Kimbab* according to preparation and cooking condition and identification of critical control points in the processes. *J. Fd. Hyg. Safety* 19: 66-73 (2004)
10. Lee H, Lee G, Yoon E, Kim H, Kang K, Lee D, Park J, Lee S, Woo G, Kang S, Yang J, Yang K. Computation of maximum edible time using monitoring data of *Staphylococcus aureus* in *Kimbab* and Food MicroModel. *J. Fd. Hyg. Safety.* 19: 49-54 (2004)
11. Kang Y, Yoon S, Jwa S, Lee D, Woo GJ, Park Y, Kim C. Prevalence of *Staphylococcus aureus* in *Kimbab*. *J. Fd. Hyg. Safety.* 17: 31-35 (2002)
12. KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2002)
13. Maddux RL, Koehne G. Identification of *Staphylococcus hyicus* with the API Staph strip. *J. Clin. Microbiol.* 15: 984-986 (1982)
14. USDA. U.S. Department of Agriculture/Food Science & Inspection Service, Office of Public Health and Science. Microbiology Laboratory Guidebook. Available from <http://www.fsis.usda.gov>. Accessed Oct.25, 2004
15. SAS Institute Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2002)
16. Luginbue R, Schlotzhauer SD. SAS/SAT Guide for Personal Computers, 6th ed. SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA (1987)
17. Lee HS, Ryu SY. The seasonal microbiological quality assessment of *Kimbab* (seaweed roll) production flow in foodservice facilities for Univ. students -HACCP model. *Korean J. Soc. Food Sci.* 14: 367-374 (1998)
18. Hajime S. Increase in host resistance by lactic acid bacteria. 9th International academic symposium-lactic acid bacteria and health. The Korean Public Health Association. (1995)
19. Kim B, Hong K, Park J. Improvement in storage stability of *Danmooji* (salted radish) by high hydrostatic pressure and heat treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 132-138 (1998)
20. Chang DS, Shin DH, Jung DH, Lee IS. Bacterial food poisoning, pp. 71-111. In: Food Hygiene. Chang DS, Shin DH, Jung DH, Lee IS (eds). Chungmoongak, Inc., Seoul, Korea (2003)
21. Walls I, Scatt VN. Use of predictive microbiology in microbial food safety risk assessment. *Int. J. Food Microbiol.* 36: 97-102 (1997)
22. Lim JH, Kim YH, Ahn YT, Kim HU. Studies on the contamination and inhibition of *Bacillus cereus* in domestic raw milk and milk products. *J. Anim. Sci. Technol.* 42: 215-222 (2000)
23. Andersson A, Ronner U, Granum PE. What problems does the food industry have n with the spore-forming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*? *Int. J. Food Microbiol.* 28: 145-155 (1995)
24. USDA/FSIS. Chapter 12. Examination of meat and poultry products for *Bacillus cereus*. U.S. Department of Agriculture/Food Science & Inspection Service Microbiology Laboratory Guidebook. Available from <http://www.fsis.usda.gov>. Accessed Oct.25, 2004
25. FDA. Bacteriological Analytical Manual. U.S. Food & Drug Administration Center for Food Safety & Applied Nutrition. Available from <http://www.cfsan.fda.gov>. Accessed Oct.25, 2004
26. Finlay WJJ, Logan NA, Sutherland AD. *Bacillus cereus* emetic toxin production in cooked rice. *Food Microbiol.* 19: 431-439 (2002)

(2004년 11월 9일 접수; 2005년 1월 18일 채택)